

· 临床研究 ·

游离足跖甲瓣移植术后足底应力变化的观察

陈兆军¹, 潘勇卫², 王正义¹, 林顺福¹, 朱先龙³, 江军¹, 曾延峰¹

(1. 北京中医药大学第三附属医院, 北京 100029; 2. 北京积水潭医院; 3. 北京市怀柔区中医院)

【摘要】 目的: 通过分析跖甲瓣手术后患者的足底应力分布变化, 了解传统的跖甲瓣手术方法对足底应力分布的影响。方法: 自 1996 年至 2004 年行游离足跖甲瓣术后患者 23 例, 男 16 例, 女 7 例; 年龄 17~42 岁, 平均 23.7 岁。进行大体足印、足底应力静态测试、足底应力动态测试。手术至测试时间 1.6~6 年, 平均 3.8 年。对测试结果进行分析。结果: 无论静态站立还是动态行走, 跖甲瓣患者术后供足足底应力分布较健足有明显区别, 主要表现在足跟及第 4、5 趾跖骨头下负重较健足无显著性差异, 但前足变化明显, 第 1 跖骨头下负重明显减轻, 而第 2、3 跖骨头处压力分布增大, 相较健足有显著性差异。结论: 修复拇指缺损的游离足跖甲瓣法具有外形接近于正常拇指, 美观等优点, 但术后对足底应力分布有一定影响。

【关键词】 指(趾)甲; 拇趾; 外科皮瓣

The vola stress change of patients after operation of wrap-around flap for thumb reconstruction CHEN Zhao-jun*, PAN Yong-wei, WANG Zheng-yi, LIN Shun-fu, ZHU Xian-long, JIANG Jun, ZENG Yan-feng. *Department of Orthopaedics, the Third Affiliated Hospital, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

ABSTRACT **Objective:** To analyse the vola stress change after operation of wrap-around flap for thumb reconstruction, to know the influence of vola pressure change after operation of wrap-around flap. **Methods:** From 1996 to 2004, 23 patients after the operation of wrap-around flap for thumb reconstruction were measured the entire footprint, the vola stress of single foot and double feet on static state and walking status. There were 16 males and 7 females, with a mean age of 23.7 years (17 to 42 years). The time from operation to measuring was 1.6 to 6 years (mean 3.8 years). The results of measuring were analyzed. **Results:** Whether static footprint analysis or dynamic mechanical analysis, the plantar pressure distribution of donated foot were obviously different with those of the opposite site. The weight bearing of heel and the fourth and fifth metatarsal heads were nearly consistent with normal foot. But the former feet were obviously different. The weight bearing of the first metatarsal head was obviously lower than normal foot. And the weight bearing of the second and third metatarsal heads were obviously higher than normal foot. **Conclusion:** The operation of wrap-around flap for thumb reconstruction has advantage of the cosmesis and function of the reconstructed thumbs nearly consistent with normal thumbs. But the operation influences the postoperative foot pressure.

Key words Nails; Thumb; Surgical flaps

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2009, 22(11): 841-843 www.zggszz.com

游离足跖甲瓣是目前临床经常被用于修复拇指 I 度缺损的常用方法。其优点是外形接近于正常拇指, 手外形美观, 但缺点是要切取一侧足跖趾的趾甲、甲床、跖底神经和腓深神经皮支等。相关研究显示术后供足会出现疼痛性瘢痕、植皮区不成活或溃疡形成等变化, 那么足底负重应力会发生什么变化呢? 我们对由北京积水潭医院提供的 1996 年至 2004 年行手术的 23 例游离足跖甲瓣术后患者在 T-SCAN 步态分析机上进行双足静态站立下和动态行走下的足底应力的测试观察, 对结果进行分析评价。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本组患者 23 例, 男 16 例, 女 7 例; 年龄 17~42 岁, 平均 23.7 岁; 拇指机器挤压伤 15 例, 砸伤 5 例, 交通伤 3 例。手术至测试时间 1.6~6 年, 平均 3.8 年。

1.2 手术方法 按拇指缺损大小设计三角形皮瓣, 在大趾胫侧切开皮肤、皮下组织达趾骨, 再在大趾跖侧做切口, 延伸到第 1 趾蹼与大趾背的三角形皮瓣切口会合, 将大趾甲瓣完全从大趾上剥离下来。咬除部分趾骨, 处理缝合供区切口。修剪手部拇指残端, 根据拇指长度取髂骨条插入第 1 掌骨或近节趾骨髓腔内, 将所取跖趾瓣覆盖手指处, 并与手部血管、神经吻合。

1.3 观察项目与方法 先由工作人员向测试者讲解测试要点和方法, 并观看演示。然后统一称量测试者体重, 并输入计算机, 并与测试结果对应, 计算机进行自动矫正。

1.3.1 足印测试 患者自然站立于美国产大体足印采集仪上, 进行患者单足站立时大体足印外观采集, 健足、患足交替进行, 并对足印大体像对比观察。

1.3.2 足底应力静态测试 患者双足自然站立于德国产 T-SCAN 应力测试仪平板上进行静态站立位的足底应力采集, 然后分别健足、供足单足负重下进行足底应力采集。在所测应力图上, 用同一分析指针针对双足和单足负重下的相对应于第 1~5 跖骨头和跟骨处的兴趣点进行分析, 计算机自动输出数据。双足对比观察, 得出结论。

1.3.3 足底应力动态测试 先对患者进行行走步态训练, 嘱患者放松自然行走, 分别使患足、健足落于应力观测试板上各 3 次, 进行足印采集, 采集及处理方法同足底应力静态测试, 对 3 次结果进行均值计算。

1.4 统计学方法 用 SAS 统计分析系统进行, 有关数据均值及标准差进行配对 *t* 检验, 用 Fisher 精确概率法给出检验统计量及其对应的 *t* 值, *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 直观足底足印结果 患者单足站立时大体足印外观见图 1。显示供足与健足比较直观可见供足第 1 跖骨头下负重印记变淡, 负重点内移。第 2、3 跖骨头下负重印记变浓。



图 1 大体足印像

Fig.1 The entire footprint

2.2 静态站立时测试结果 足底应力静态测试图像见图 2, 所测双足站立、单足站立时数据见表 1-2, 表中“供足”为提供皮瓣足 (provide wrap-around flap foot, PWF), “健足”为正常足 (in gear foot, IGF)。

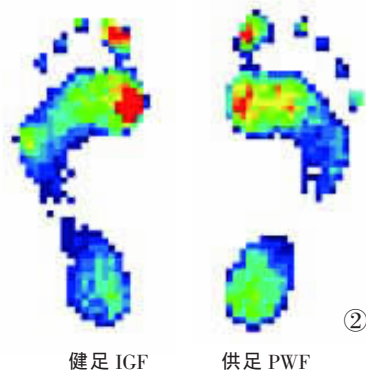


图 2 静态站立位双足应力测试图 不同颜色代表足底应力值高低, 由高到低依次为红色、深黄色、浅黄色、绿色、蓝色

Fig.2 The test pattern of double feet stress when standing stationary The different colors expressed the vola pressure, from high to low was gules, deep yellow, thin yellow, green, blue

由表 1-2 可见: 无论单足站立还是双足自然站立时, 拇甲瓣患者术后供足足底应力分布较健足有明显的区别, 主要表现在足跟及第 4、5 足趾跖骨头下负重较健足差异无统计学意义, 但前足变化明显, 第 1 跖骨头下负重明显减轻, 而第 2、3 跖骨头处压力分布增大, 较健足差异有统计学意义。这也与患者第 2、3 跖骨头下出现应力性胼胝体相一致。

2.3 足底应力动态测试结果 足底应力动态测试图像见图 3, 所测数据见表 3。

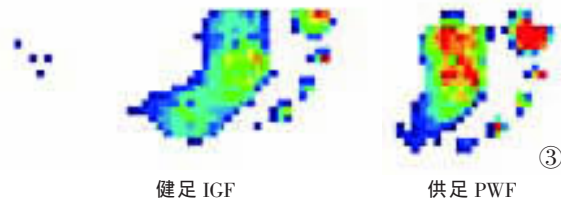


图 3 动态应力测试图 不同颜色代表足底应力值高低, 由高到低依次为红色、深黄色、浅黄色、绿色、蓝色

Fig.3 The test pattern of feet stress in a walking status The different colors expressed the vola pressure, from high to low was gules, deep yellow, thin yellow, green, blue

表 1 患者双足站立位各区应力峰值 ($\bar{x} \pm s$, kPa)

Tab.1 The peak value of double feet when standing stationary ($\bar{x} \pm s$, kPa)

组别	病例数	跟部	M1	M2	M3	M4	M5
健足 (PWF)	23	67.8±2.34	47.5±4.67	7.8±2.21	4.3±1.27	2.8±1.24	9.6±2.67
供足 (IGF)	23	66.9±1.36	29.6±2.12	16.1±1.23	9.9±1.14	3.7±1.67	8.9±2.10
<i>t</i> 值		1.983	3.136	2.307	2.138	1.913	1.384
<i>P</i>		>0.05	<0.01	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05

表 2 患者单足负重位各区应力峰值 ($\bar{x} \pm s$, kPa)

Tab.2 The peak value of single foot when standing stationary ($\bar{x} \pm s$, kPa)

组别	病例数	跟部	M1	M2	M3	M4	M5
健足 (PWF)	23	159.3±1.56	137.5±3.09	13.7±2.43	9.6±1.34	4.8±1.78	17.6±1.04
供足 (IGF)	23	157.8±1.34	93.4±2.07	32.6±1.25	19.3±2.01	6.9±1.92	16.8±1.66
<i>t</i> 值		0.852	2.906	2.427	2.078	1.472	1.024
<i>P</i>		>0.05	<0.01	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05

表 3 患者动态推进期各跖骨头下应力峰值($\bar{x}\pm s$, kPa)
Tab.3 The peak value of the stress of feet in a walking status($\bar{x}\pm s$, kPa)

组别	病例数	M1	M2	M3	M4	M5
健足(PWF)	23	256.70±4.19	67.80±5.23	28.80±3.14	16.70±5.28	57.90±3.14
供足(IGF)	23	156.30±4.16	141.70±3.55	57.20±4.09	21.90±5.32	63.20±4.73
t 值		3.019	3.117	2.641	1.321	1.723
P		<0.01	<0.01	<0.05	>0.05	>0.05

由表 3 可见: 健足、供足均在行走步态的推进期进行采集, 健足在此期第 1~5 跖骨头下负重相对均匀, 以第 1、5 跖骨头处负重较大, 第 2~4 跖骨头下负重相对较小。而供足在此期第 1 跖骨头下出现了推进无力, 第 2、3 跖骨头负重加大, 分散了第 1 跖骨头下所负重量, 出现了应力转移。

3 讨论

人的足底负重区主要由前足部分和后足部分组成, 前足主要由 5 个足趾、第 1~5 跖骨和部分足跗骨构成, 后足主要由足跟负重。足在负重时前足存在跖骨头曲线, 足底的负重有 50% 由足跟承担, 另 50% 由五个跖骨头分担。第 1 跖骨头下的载荷是外侧 4 个跖骨头每个载荷的两倍, 前足结构轻微变化就能改变足底载荷的分布^[1]。足底压力测试和步态分析是一项基于生物力学原理, 探测人体下肢结构状况, 评估及预估未来足部疾病, 提供科学康复治疗方法的国际先进技术。因其方法简单, 参数具体客观, 科学性强, 被广泛用于骨科临床^[2]。足底应力分析包括足底动态应力检测和足底静态应力测试。动态应力检测是指人体在一个步行周期中, 对足底应力分布随着时间的变化的应力改变规律的检测。它虽然更能较准确地反映足底应力变化情况, 但其结果的计算容易受各种因素的干扰, 误差较大, 所以临床有时更倾向于对患者进行足底静态测试^[3-4]。足底静态应力测试是指人体站立不动时足底应力分布情况。静态应力分布分析起来比较简捷而直观。通过分析人体静态站立时足底的应力变化, 可以直接了解人体站立时足底各部分负重的量值及其占整个足底总负重量的百分率。在正常和病理情况下, 足底的一些重要部位如足跟、第 1~5 跖骨头、第 5 跖骨基底等应力区的静态负重值是有较大差异的, 并有其正常的分布规律。足底大部分的静态负重需要第 1 跖骨的参与, 跖趾系列是前足主要的负重单位。有人据 X 线观察, 足无压力时, 跖骨头下降, 跖骨彼此接近。而足负重时跖骨头在同一水平, 第 1 跖骨头向下向外, 第 2、3 跖骨头向下向内。所以, 跖甲瓣术后由于跖趾处皮瓣的切取, 改变了足底的部分负重, 出现负重点外移, 患者足底出现胼胝体。另据研究发现在足底行走的过程中, 足底的应力变化载荷的增加倾向于通过第 2 跖骨头来传递, 原因有二, 一是第 2 跖骨头比其他跖骨长, 二是当足跟抬起时, 足底载荷前移, 身体重力最易集中于最远侧的第 2 跖骨头^[1]。而本组病例的观察也支持该观

点, 跖甲瓣术后当足底应力发生变化后, 第 2 跖骨头下胼胝体明显, 患者述第 2 跖骨头下疼痛, 足底负荷由第 1 跖骨头下向第 2 跖骨头下转移。

自 1978 年 Morrison 等^[5]创用跖甲瓣移植修复部分跖趾缺损后, 足跖甲瓣法修复拇指缺损已越来越被广泛应用于临床。其优点是外形接近于正常拇指, 手外形美观, 但近年来许多学者通过对大量的病例随访发现, 跖甲瓣切取后对足部有着较大的影响^[6]。主要表现为①跖趾长度缩短, 残端瘢痕覆盖, 波及负重区。②跖趾神经切断后, 残端神经瘤形成并与局部瘢痕粘连, 供足负重疼痛。③跖趾系列结构损伤, 负重点外移, 跖趾关节活动度减少, 行走时影响足推进功能。④足跖趾部主要血管切断后, 血循环量下降, 静脉回流障碍等。本研究也发现了类似的问题, 足跖甲瓣术后逐渐出现足底静态负重时负重点外移, 第 1 跖骨头下负重较健足明显减少($P<0.05$), 第 2、3 跖骨头下负重增加, 胼胝体形成。在动态测试中发现患者供足在足推进期前足无力, 与健足对比差异显著。因此, 近年来人们逐渐认为跖甲瓣移植术的成功标准, 不应仅仅是皮瓣本身的存活、美观与否, 对供足功能影响的多少, 也应纳入评价范围。有人据此对传统的跖甲瓣手术方法进行了改良, 并取得满意的疗效^[7]。

参考文献

- [1] 王正义. 足踝外科学. 北京: 人民卫生出版社, 2006. 39.
- [2] Philips D. Biomechanics. In: Vincent ed. Hallux valgus and forefoot surgery. Hetherington: Churchill Livingstone, 1994. 59-60.
- [3] 温建民, 钟红刚, 蒋科卫, 等. 正常足与跖外翻足的足底压力研究. 中华骨科杂志, 1999, 19(6): 267-272.
- [4] 刘立峰, 蔡锦方, 梁进. 站立位时跟距骨应力分布的三维有限元研究. 中国骨伤, 2003, 16(10): 604-605.
- [5] Morrison WA, O'Brien BM, Macleod AM, et al. Neurovascular free flaps from the foot for innervation of the hand. J Hand Surg Am, 1978, 3: 235-242.
- [6] Barca F, Santi A, Tartoni PL, et al. Gait analysis of the donor foot in microsurgical reconstruction of the thumb. Foot Ankle Int Am, 1995, 16: 201-206.
- [7] 潘勇卫, 田文, 田光磊, 等. 改良游离跖甲皮瓣移植再造拇指. 中华手外科杂志, 2005, 21(2): 79-82.

(收稿日期: 2009-06-23 本文编辑: 王玉蔓)